

УДК 330.45

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ИНВЕСТОРОМ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

*Е.О. Декола, 3 курс*

*Научный руководитель – О.Б. Цехан, к. ф–м.н., доцент*

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, [tsekhan@grsu.by](mailto:tsekhan@grsu.by)*

В современной экономике эффективная инвестиционная деятельность, основанная на принципах самоокупаемости и рентабельности, является одним из ключевых факторов экономического роста и рычагом подъема экономики.

**Цель исследования** – анализ эффективности инвестиционного проекта по строительству мусороперерабатывающего комплекса на основе имитационного моделирования.

**Объект исследования** – инвестиционный проект по строительству мусороперерабатывающего комплекса в Витебском районе на базе действующего предприятия – ЗАО «Витебский завод промышленной переработки».

**Предметом исследования** выступает эффективность инвестиционных проектов на базе имитационного моделирования.

На основе имеющихся экономических показателей рассматриваемого инвестиционного проекта [1], проведён расчёт экономического показателя эффективности инвестиционного проекта (NPV), на основе изученных бизнес-планов мусороперерабатывающих заводов с применением имитационного моделирования и метода экспертных оценок, смоделирована продолжительность строительства завода, и сделан вывод об инвестиционной эффективности проекта.

С помощью метода сетевого планирования и управления, построен сетевой график и рассчитан календарный план строительства мусороперерабатывающего комплекса.

Математическая модель нахождения календарного плана проекта построена в виде задачи линейного программирования и решена с применением надстройки «Поиск решений» Excel. В результате найден оптимальный календарный план, определены критические работы и критический путь: минимальное время, за которое может быть выполнен весь проект, равно 32 месяцам.

В связи с тем, что сроки строительства завода играют ключевую роль при расчетах показателей эффективности инвестиционного проекта, был проведён более подробный анализ временных интервалов выполнения работ на основе метода экспертных оценок для предварительной оценки длительности работ.

В процессе реализации метода экспертных оценок длительность каждой из работ восемь экспертов оценивали по интервальной шкале – задавали минимально и максимально возможную продолжительность каждого этапа. При этом, каждый эксперт характеризовался значением коэффициента компетентности, который демонстрировал взаимосвязь точности экспертной оценки от уровня компетентности специалиста в данной области.

Проанализировав вариант оценки длительности каждого из этапов проекта с учетом экспертных оценок [2, с.98], получили  $T_{\min} = 42,04$  месяца,  $T_{\max} = 90$  месяцев. В предположении, что продолжительность проекта является величиной, распределенной по нормальному закону, в соответствии с правилом трех сигм, ожидаемая продолжительность проекта с вероятностью 99,7% находится в интервале  $[T_{\min} + 3\sigma; T_{\max} - 3\sigma] = [45,2; 86,85]$ .

Поскольку в реальности закон распределения данной величины неизвестен, для оценки продолжительности проекта и вероятности его завершения к определенному сроку, использовался метод имитационного моделирования.

Сущность модели была определена следующим образом [2, с.99]:

1. У каждого эксперта есть определенный коэффициент компетентности. Сумма коэффициентов компетентности всех экспертов равна единице.

2. Каждый эксперт определяет две оценки относительно величины продолжительности проекта – оптимистическую и пессимистическую.

3. Генерирование случайной величины происходит в интервале от нуля до единицы, результат имитации соответствует одному из интервалов, который взаимосвязан с коэффициентом компетентности эксперта. Количество итераций было принято равным 100, однако число итераций можно изменять. Чем выше число итераций, тем выше точность оценки.

4. По итогу генерируется 100 продолжительностей каждой из работ, входящих в состав проекта и определяется критический путь проекта.

По результатам моделирования был построен график, который доказывает, что продолжительность проекта действительно является величиной, распределенной по нормальному закону. Следовательно, строительство завода, с вероятностью 99,7% займёт от 45 до 87 месяцев (рисунок).



**Рисунок – График продолжительности проекта в целом, согласно экспертным оценкам, по результатам имитационного моделирования**

Примечание – Источник: собственная разработка с использованием Excel.

Далее были рассчитаны новые средние ожидаемые длительности работ на основе 100 итераций и новое минимальное время за которое может быть выполнен проект составило 46 месяцев, что на 14 месяцев больше, чем ранее рассчитанное время. Критические работы не изменились, однако увеличилось время на их выполнение, в частности на строительство завода отвели 24 месяца, что в 2 раза больше первоначальных предположений, и как следствие увеличилось и время выполнения всего проекта.

Далее, с помощью имитационного моделирования, провели имитацию изменения NPV при изменяющейся ставке дисконтирования и фиксированных денежных потоках.

Для моделирования ставки дисконтирования была использована динамика средней ставки рефинансирования Национального банка Республики Беларусь [3] за 10 лет (2008–2018) и на её основе определены частоты появления возможных значений ставки дисконтирования. По частотам были вычислены вероятности, по вероятностям – кумулятивные вероятности. На основе кумулятивных вероятностей, установлено соответствие между случайными числами и значениями ставки дисконтирования [4].

В процессе проведения анализа значение ставки дисконтирования варьировалось в определенном диапазоне при фиксированном значении планируемых денежных потоков в течении 5 лет. На их основе был рассчитан показатель NPV при каждом новом значении ставки дисконтирования.

Анализ показал, что проект является очень чувствительным к изменениям ставки дисконтирования, в результате чего его экономические показатели сильно подвержены инфляции. Наиболее благоприятные условия для реализации проекта формируются, когда ставка дисконтирования принимает своё минимальное значение и период строительства завода занимает не более 2 лет. Сокращение инвестиционного этапа инвестиционной деятельности позволит быстрее наладить производственную деятельность и достичь точки безубыточности предприятия.

#### **Список использованных источников**

1. Строительство мусороперерабатывающего комплекса // Официальный сайт национального агентства инвестиций и приватизации РБ. База инвестиционных предложений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://investinbelarus.by/investbase/offers/11932/>. – Дата доступа 15.03.2019.
2. Заровский, А.П. Использование имитационного моделирования для оценки сроков разработки программного обеспечения / А.П. Заровский, В.А. Богуш // Экономика и управление. – 2012. – №1(29). – С. 85–101.
3. Динамика средней ставки рефинансирования Национального банка Республики Беларусь// Официальный сайт Национального банка РБ. Статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nbrb.by/statistics/Dynamic/>. – Дата доступа: 10.03.2019.

4. Цехан, О.Б., Королько, И.В. Экономико–математические методы и модели: учеб.–метод. пособие / О.Б. Цехан, И.В. Королько – Гродно: ГрГУ, 2017. – 327 с.